

児童の問題意識を連続発展させる理科指導

— 6年「電磁石と発熱」の実践を通して —

竹 内 行 一*

この研究は6年「電磁石と発熱」において、児童に電流の働きを意欲的に追求させるため、導入で電磁石を近付けると回転するモーターの製作を取り入れ、そこでの気付きから得た問題を連続発展させる手だてを実践を通して探ったものである。その結果、児童は電磁石から出る力に気付き、その力は何かという問題を追求した。そして、追求すべきことを焦点付けたりこだわりを見直させたりする働きかけにより、児童は問題を連続発展させ、電流の働きについての認識を深めていった。

I 主題設定の理由

小学校では来年度新学習指導要領の全面実施を迎える。今回の学習指導要領の改訂で小学校理科では、観察、実験、栽培、飼育などの直接経験を重視するとともに、問題解決の能力を身につけること、自然についての科学的な見方や考え方を養うことが強調されている。

6年「電磁石と発熱」では、電磁石や電熱線に電流を流す活動を通して電流の働きをとらえさせることが大きな柱となった。本単元で大切にしたいことは、電流が流れると磁力や熱を生ずるという初歩的なエネルギー変換の見方や考え方ができるようにすることである。さらに、磁力の強さや発熱の仕方は電流の強さによって変わるという見方や考え方を育てることも大切にしたい。

現行学習指導要領における「電磁石」単元の指導について、先行研究や筆者の実践などから次の問題点を指摘できる。

- ① これまでは「磁石になるものを作ろう」という働きかけで電磁石を導入する指導が多く、活動の中から児童自身の力で電磁石の磁力を発見させる指導は少なかった。そのため、児童に鉄心の磁化についての問題意識を持たせにくかった。
 - ② 電流や磁力という見えない対象を扱うため、児童は学習内容について解決の糸口が見つからず、最初に持った興味関心を持続できない。その結果、一つ一つの学習活動が断片的になりやすく、活動はあるが学習は深まらないという指導が多かった。例えばモーターやブザー作りの活動をさせても、ただ楽しんで作るだけに終始し、電磁石の性質を利用して作っているという意識を持たせにくかった。
- 以上のことからこれまでの指導の大きな問題点は、児童が問題を持ち続けながら学習を深めていける単元構成になっていなかったことである。児童が問題意識を持っていない場合、本単元のような抽象度の高い内容においては、何を学習するかわからないまま授業が進められることになりやすい。その結果、児童の学習活動は受動的になり、抽象的な概念のみが押し付けられることになる。

そこで本研究では、導入段階での製作活動を電磁気についての問題把握の出発点として、その問題意

*理科長期研修員（加茂地区理科教育センター、新潟市立内野小学校）

識を単元を通して連続発展させるための手だてを試みた。

II 児童の実態

平成 3 年 7 月に加茂市内の 2 小学校の 6 年生 223 名を対象にして「電流と磁気に関する実態調査」を実施した。この調査の結果次のことが明らかになった。

- ・鉄が磁石により磁化されることはよく理解されている。しかし、児童は磁石による磁化作用は鉄が磁石に接している時のみ働き、磁石から離れると働かないという見方や考え方をしている。本単元で鉄心に導線を直接巻き付けた電磁石に電流を流すと鉄心が磁石と同じ力を持つ現象を示せば、鉄心は別の何かから磁化作用を受けたという考えを持ち、近くに磁石がないのに鉄心が磁化するのはなぜかという疑問へと発展していくだろう。多くの児童は、電磁石の鉄心が磁化されるのはコイルから電流や他の何かの力が伝わるからだと考えられる。同時に、コイルが磁石になって鉄心を磁化すると考える児童もいるだろう。これらの考えを手がかりにして、児童は何が鉄心を磁化しているかを調べることができる。
- ・磁石の性質として「鉄を引き付けること」と「異極は引き付け合い、同極は退け合う」の 2 つをとらえている。鉄心は本当に磁石になっているのかについて、教師がほとんど援助しなくても児童はこの 2 つの性質を使って自分で調べていくことができるであろう。
- ・電流が流れるには + 極と - 極を導線で切れ目なくつなげなければならないことを理解している児童は、約 4 割にとどまっている。本単元では、モーターの回転軸のエナメルを片方は全面、もう片方は半面だけ削ることの意味を考えさせる時に、指導援助が必要になると思われる。
- ・8 割近くの児童が「豆電球を明るくすること」と「乾電池を増やすこと」は密接な関係があることに気付いている。本単元では、電磁石の力をより強くしたり電熱線の発熱量をより多くしたりするには、乾電池を増やすなどして電流を増やせばよいことに容易に気付くと思われる。
- ・電気の働きのイメージとして、蛍光灯や懐中電灯などの「光を出す」が最も多く、次いで「物を動かす」「熱を出す」「音を出す」なども多かった。児童は身の回りの経験から、電流の働きを利用してしているものをたくさん知っている。

以上の結果から、児童は回路を流れる電流の強さと豆電球の明るさとの関係や、鉄が磁石によって磁化されることは理解している。しかし、電気と違って磁石は離れていてもその力が伝わるという性質については理解していないことが分かった。本単元を指導する際には、電気と磁気は違うものであることに気付かせ、電流が流れると磁力や熱を生ずるという見方や考え方を育てなければならない。

III 研究仮説

主題設定の理由及び児童の実態から、主題に迫るための手だてとして、導入段階でモーターの製作活動を取り入れ、このモーターを回転させる活動をさせることが有効ではないかと考えた。これにより、児童の電流と磁気についての興味関心を高め、そこで得た問題を連続発展させることができると考えた。

そこで、次の研究仮説を設定した。

導入で、磁石を回転子とし電磁石を近付けると回転するモーターの製作活動を取り入れ、単元の中で以下の働きかけを行う。このことにより、児童は電磁石について持った問題を連続発展させながら、電流による発熱作用まで、電流の働きについて意欲的に追求する。

- ・モーターの製作を通して持った気付きから問題を把握させる。
- ・今までの見方や考え方では説明のできない事象を提示し、児童の見方考え方の見直しを図る。

本単元の導入としてモーターの製作活動を取り入れたのは次の理由による。

- ・児童は本来手を動かして物を作ることが好きであり、これからの学習に対する興味感心を持たせることができる。
- ・自分が作ったモーターが回転することによる喜びや成就感を持たせることができる。
- ・自分が作ったモーターを回転させようと試み、工夫することを通して電磁石の磁力に目を向けさせることができる。
- ・モーターを回転させることによって得られる様々な情報は、電磁石の性質を学習する際に生きて働くものになる。

ここで製作するモーターは、児童の興味関心を十分に高めることができ、電流と磁気についての問題を自ら獲得できるものでなければならない。そして、その問題を自ら解決でき、次の問題へつなげられるものでなければならない。

そこで図1の、磁石を回転子とし電磁石を近付けると回転するモーターを作ることにした。それはこのモーターが次の教材性を持つからである。

- ① 製作が容易であり、回転軸のエナメルのはがし方や回転子のつりあいに気をつければ、簡単に回転させることができる。これにより、完成の喜びや成就感を持たせることができる。
- ② 電磁石を回転子に近付けたり遠ざけたりすることで、モーターの回転を変えることができる。この特性により、回転の違いについての児童の気付きを、電磁石についての問題把握の糸口とすることができる。
- ③ モーターの製作で作った電磁石をそのまま電磁石の性質を調べる学習に使うことができる。これにより、このモーターがなぜ回転するのかを調べることが電磁石の性質を調べる学習にもなる。同じ電磁石を使って学習を進められるので児童の思考がつながりやすい。
- ④ このモーターは、回転子が回転する度に電磁石に電流が流れたり止まったりすることで回転し続けるという単純な仕組みである。これにより、モーターがなぜ回転するのかを問題として取り上げても、児童の力で調べていくことが可能である。また、このモーターが回転する原理を知った児童は、その原理を応用して電磁石が回転するモーターを製作することができる。

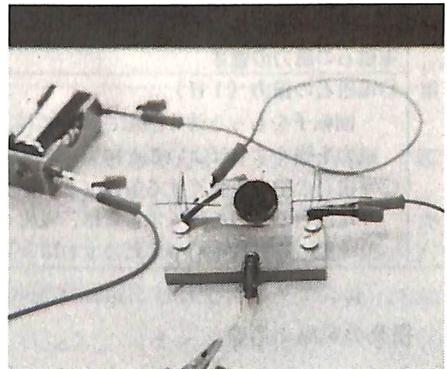


図1 導入時に製作するモーター

IV 研究の実際

1. 単元の目標

- ① コイルに流れる電流によって生じる磁気で鉄心が磁化されことや、電流の方向が変わると電磁石の極が変わることを理解させる。
- ② 電磁石の磁力がモーターの回転力に関係することに気付き、電磁石の磁力と電流の強さ、導線の巻き数の関係を調べることができるようにする。
- ③ 電熱線の発熱量と電流の強さの関係を実験方法を工夫して調べることができるようにする。

2. 単元構成＜全17時間＞

次	指 導 内 容	次	指 導 内 容
第一 次	鉄心の磁化と電磁石の極（8時間） ◎磁石を回転子にしたモーター作り（3H） 磁石を回転子にしたモーターを作らせ、鉄ネジの場所を変えるとモーターの回転の仕方が変わることについて関心を持たせる。 ◎鉄心の磁化（2H） 導線を巻いた鉄ネジの場所を変えるとモーターの回転の仕方が変わることから、鉄ネジからモーターを回転させる力が出ていることに気付かせ、コイルに電流を流すと鉄心が磁石になることを調べさせる。 ◎鉄心が磁石になるわけ（3H） 電磁石の鉄心は、コイルに流れる電流の磁気によって磁化されることを実験により気付かせる。	第二 次	付かせる。 ◎モーターが回転するわけ（1H） 棒磁石を回転子に近付ける活動を通して、モーターが回転するのは電磁石が磁石になったりならなかったりしているからだということに気付かせる。
		第三 次	電磁石を回転子にしたモーター作り（2時間） ◎電磁石を回転子にしたモーター作り（2H） これまで学習した電磁石の性質を利用して、電磁石が回転子になるモーターを作らせる。
		第四 次	電流による発熱（3時間） ◎電流の発熱作用（1H） 電磁石に電流を流し続けると導線が熱くなることから、電流には発熱作用があり、発熱させやすいものとさせにくいものがあることに気付かせる。 ◎電流の強さによる発熱の仕方の違い（2H） 電熱線に流す電流の強さを変えてみることに より、電流が増すと発熱量が多くなることに気付かせる。
第二 次	電磁石の磁力の強さ ◎電磁石の磁力（1H） 回転子をもっと速く回転させるには、電磁石の磁力を強くすればよいことに気付かせる。 ◎電磁石の磁力を強くする条件（2H） 電磁石の磁力を強くするには、電流を強くしたり導線の巻き数を増やしたりすればよいことに気		

3. 授業の実際と考察

- (1) モーターを製作し、電磁石の位置によるモーターの回転数の変化に気付く（1次 1・2・3/7）

導入ではモーターの製作を通して、電磁石を回転子に近付けたり遠ざけたりするとモーターの回転が変わることに気付かせ、電磁石の磁力に目を向けさせることにした。

まず児童を教卓の前に集め、モーターを提示し回転させた。児童は、「えー！ 強力！」「さすが、かっていい。」「モーターみたいだ。」などの声をあげ、モーターに興味を持った。次に製作に必要な材料と説明図、見本のモーターを配布し製作に取り組みさせた。早い児童は15分ほどで作り上げたが、1時間で作れなかった児童も7人（31名中）いた。

大部分のモーターはすぐに回り、回転しないモーターは回転軸をまっすぐにするによって回転するようになった。

児童全員のモーターが完成したのを確認してから次のように指示した。

みんなが作ったモーターを回転させてみて、気が付いたことをノートに書いてください。

児童の気付きは次の3つに集約された。

- ① 電磁石の位置によるモーターの回転数の変化（近付けると速くなり、遠ざけると遅くなる）
- ② 電流方向とモーターの回転方向（乾電池の＋極と－極を変えても回転するが回転の方向は変わる）
- ③ 電流の強さとモーターの回転数（乾電池を増やすと回転が速くなる）

大部分の児童が①の電磁石の位置によるモーターの回転数の変化に気付いていることがノートから分かったので、これを学習課題として取り上げることにした。

この気付きから問題をつかませるために、次のように問うた。

ネジ（鉄心）を近付けるとモーターが速く回り、遠ざけるとゆっくり回ることから、ネジとモーターの間にはどんな関係があると思いますか。

しかし、児童の反応は、K夫が「モーターはネジに反応して回転が強くなったり弱くなったりする。」と発言しただけにとどまった。電磁石の位置によりモーターの回転数が変化するという事実関係を教師が述べた後で、更に電磁石とモーターの関係を問うたため、児童は何を答えてよいか分からなくなったものと考えられる。

- (2) ネジ（鉄心）から出るモーターを回転させる力に気付く（1次 4/7）

前時の反省から、本時は電磁石の位置によるモーターの回転数の変化という事実が何によって生み出されているかを問うことにした。前時にK夫が出した意見を手がかりとして、次のように問うた。

K夫君が言うようにモーターはネジに反応しているみたいですね。ではモーターはネジの何に反応していると思いますか。

この時の授業の様子を授業記録1に示す。

児童が考える「モーターを回転させる力」としては「電気之力」と「磁力之力」の2つがある。「電気之力」の考えはC_{1S}のようにエナメル線の電気がネジ（鉄心）に伝わって回転子と反応するという考え方（ネジ電流説）と、C_{2K}のようにエナメル線に流れる電流が回転子と反応するという考え方（エナメル線電流説）の2つに分かれた。ネジ電流説のS夫は、エナメル線電流説に対して、エナメル線に流れる電流だけではない別の力がネジにあるのではないかと考えた（C_{4S}）。エナメル線電流説だったM子はS夫の考えに同調し、エナメル線の電気がネジに伝わっていくという考え方に変わってきた（C_{5M}）。ここで「電気之力」の考え方は、「エナメル線に流れる電流がネジ（鉄心）に伝わって磁石（回転子）と反応する」という考えに集約された。

一方、「磁力之力」の考えを出した児童は、I夫のようにモーターを回転させる活動の中からエナメル線に電流を流すとネジが磁石になることを発見した児童が多かった（磁石説）。I夫は自分の発見をみんなに演示しながら説明した（C_{8I}）。ネジにくぎがつくと周りの児童は「あ！ ついた」と驚きの声をあげていた。中にはさっそく自分の電磁石で確かめてみる児童もいた。磁石説が出るとD子のように磁石になると思われるネジの極に目を向け、ネジの極が回転に関係しているのではないかと気付き始めた児童もいた（C_{10D}）。

授業記録 1

<p>T₁ K君がいったように確かにモーターの磁石はネジから何か反応を受けているらしい。モーターの磁石はネジの何に反応していると思いますか。</p> <p>C_{1S} ネジの中の電気に反応していると思う。</p> <p>C_{2K} ネジに巻いてあるエナメル線の電気に反応していると思う。</p> <p>C_{3M} エナメル線に伝えられてくる電気がモーターを回しているんじゃないかなと思う。</p> <p>C_{4S} 配線の電気で回るんだったらネジはいらないんじゃない？</p> <p>T₂ この線の電気だけだったらネジなんかいらんんじゃないかということだね。</p> <p>C_{5M} その電気を伝えるものがなければいけないんじゃないかということ。</p> <p>T₃ Mさんはこの電気はネジにも伝わっているというんだね。</p> <p>C_{6H} ネジの中の磁力に反応していると思う。</p> <p>C_{7A} モーターを作るときに磁石のSとNで、電気のせいでネジが磁石になって反発し合って回る。</p> <p>T₄ ネジが磁石になるっていうこと？</p> <p>C_{8I} (自ら演示をしながら) 何か知らないけど、これ</p>	<p>(電磁石を示す) に電池をつけると磁石のようになる。消すと画鋸が離れる。これに電気を通すと磁石のようになる。</p> <p>T₅ それは電気を通したときだけ？</p> <p>C_{9I} はい。</p> <p>C_{10D} このくぎ(ネジ)……磁石の代わりになるんだったら、このくぎにもNとSがあって、どちらかがNでどちらかがSでそれで反応して回るんじゃないかなあ？</p> <p>T₆ 導線に電流を流すと導線を巻いたネジは磁石になる。これは電気を通したときだけ磁石になる。そしてこの磁石にもNとSがあるんじゃないか。これが本当かどうか確かめてみましょう。どうすればこのネジが磁石になったとわかりますか。</p> <p>C_{11D} NとSがついている磁石で、この先(ネジ)の方がNやSでつくかどうか確かめる。</p> <p>C_{12I} 磁石につくものを近付ける。</p> <p>T₇ 他にありませんか？</p> <p>C₁₃ ……………</p> <p>T₈ じゃあ、この2つで確かめてみることにしましょう。</p>
--	--

この発問は電磁石の位置を変えるとモーターの回転数が変わるという事実を生み出しているものを具体的に問うている。そのため、児童は「ネジから出る力がモーターの回転を変えている」とし、「この力は何か」を問題とした。そして、ネジから出る磁力によってモーターが回転するのではないかと考え、ネジから磁力が出ているかどうかを追求する活動に取り組んだ。

(3) 鉄心が磁石になるわけを追求する (1次 6・7/7)

児童は、前時までにネジに巻き付けたエナメル線に電流を流すとネジ(鉄心)が磁石になり、この磁石にもN極とS極があること、また乾電池の極を変えると電磁石の極が入れ替わることを確かめた。しかし、ネジが磁石になるのはネジに電流が流れるからだという「ネジ電流説」に固執する児童も依然として多い状態であった。そこで、今までの考え方では説明のつかない事象を提示し、児童が強くこだわっている「ネジ電流説」を見直させる働きかけを行うことにした。

児童に図2のような、ネジに触れないようにしたエナメル線のコイルを提示し、次のように問うた。

このコイルに電流を流すとネジは磁石になるでしょうか。

挙手による確認の結果は次頁の通りである。

この後児童にコイルを作らせて、コイルに触れないように置いたネジが磁石になるかどうか確かめさせた。ネジにくぎが数本ついたことに歓声をあげる児童もいた。

児童はコイルから離れていてもネジが磁石になるという、今まで自分達が持っていた鉄心の磁化についての見方と反する事実を提示され、かなりの驚きを見せた。そして大部分の児童はこの事実を「エナ

ネジは磁石になる 11名

ネジは磁石にならない 18名

◎磁石になる理由 「はじめに作ったネジにも電気が流れていないのに磁石になったから（I 夫）。」「ネジに電気が伝わって磁石になる（S 夫）。」

◎磁石にならない理由 「ネジがエナメル線からはなれていて、電気が伝わらない。」

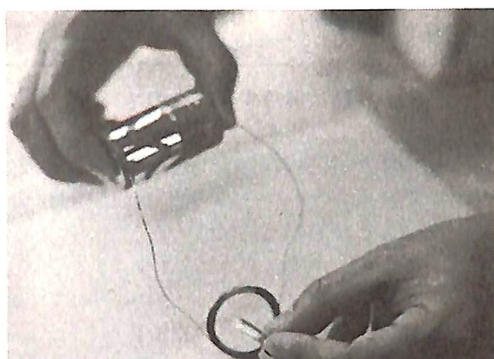


図2 児童に提示したコイル

メル線の電気が空間を伝わってネジに流れる。」と説明した。これは児童が今までの見方を変えずに、この事実を説明しようとした結果である。

この後豆電球でネジの中の電流の有無を確かめさせた。するとあちこちから「あれ？ つかない。」の声が上がった。この結果から分かったことを問うと「ネジには電気は流れていない。」(A 夫)と「ネジには豆電球がつかないくらいの弱い電気が流れている。」(K 夫)の2つの意見が出された。K 夫は豆電球の点灯実験後でも依然としてネジ電流説にこだわっていた。そこで、ネジの中に電流が流れているかどうかを電流計で確かめさせた。計測の結果、児童はようやく鉄心には電流は流れていないという結論を得た。この時の学習をS子は図3のようにノートに書いた。自分達がこれまで持っていたネジ電流説が間違いだということは分

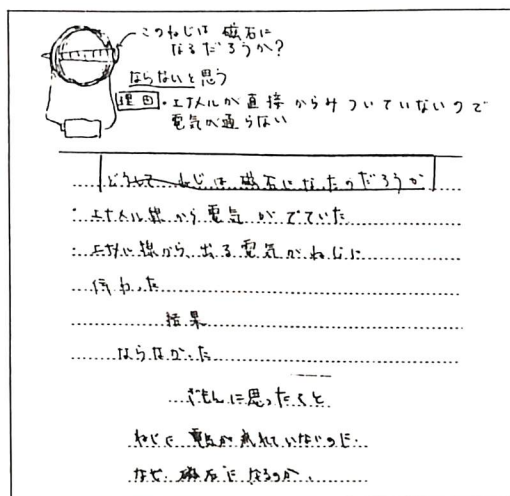


図3 児童の疑問

かっている。しかし、なぜネジが磁石になるのかという疑問を説明できず、戸惑いを見せていることが読みとれる。そこで、なぜネジが磁石になるのかという疑問の解決の手がかりをつかませるために、次のように問うた。

みんなはこのネジのような鉄を磁石にしたことはありませんか。どうすれば磁石になるんですか。

これに対し児童は「磁石に付けばいい。」とすぐに発言した。磁石に付けたネジが磁石になることを確かめた後、A 夫が、「磁石から離しても磁石にできるよ。」と発言した。ネジを磁石から少し離してもネジが磁石になるのを見て、児童は「あ！ 付いた」の声をあげた。

この後の授業の様子を授業記録 2 に示す。

磁力は離れていても伝わったことから、児童はコイルの磁力がネジに伝わるという仮説を持ち追求した。吊り下げたコイルの極性を調べたりコイルに砂鉄を付けたりして、コイルが磁石の性質を持っているかどうかを調べた。

実験の後、M子はこの実験の結論を「コイルに電気を流すと磁石になる。磁石の力がネジに伝わってネジが磁石になる。」とまとめた。こうして児童は、コイルの磁力によってネジが磁化するという、新

授業記録 2

T₁ 最初の疑問に戻ります。このネジはどうして磁石になるのでしょうか。

C_{1M} コイルが磁石になってネジに力が伝わると思います。

T₂ どうすれば確かめられますか。

C₂ くぎがつくか確かめればいい。

C₃ 別の磁石を近付けてNとSがあるか調べる。

C₄ 砂鉄の上に置いて動きを見る。

【実験開始】

T₃ 実験の結果を発表してください。

C₅ くぎはつかなかったけど、磁石のN極を近付けると引き付けられてS極では反発しました。砂鉄も反応して少し動いてコイルに少しつきました。

しい考え方を持つに至った。

児童は最初、コイルの電流がネジに伝わって鉄心が磁石になるという「ネジ電流説」を持っていた。このような児童に、今までの見方や考え方では説明できない事象を提示し、その事象と関連する既習経験を生かす働きかけをした。このことが「ネジ電流説」にこだわっていた児童にこれまでの考えを見直させ、新たな見方を獲得させることに有効に働いたと言える。

(4) モーターが回転するわけを探る(2次 3・4/4)

前時まで児童は、モーターが回転するのはネジから出る磁力が回転子の磁石と反応しているからだと考えてきた。そして、モーターを速く回転させるには電磁石の磁力を強くすればよいと考え、コイルに流す電流や導線の巻き数を増やすと電磁石の磁力が強くなり、モーターが速く回転することを確かめた。本時は、モーターはネジが磁石になったりならなかったりする電磁石の性質を利用して回転していることに気付かせるため、「モーターはなぜ回転し続けるのか」を探らせることにした。そのためには、児童がもっている、磁力があるだけでモーターは回転するという考え方を見直させる必要がある。そこで、電磁石のかわりに棒磁石を使ってもモーターを回転させられるかどうかを調べさせることにした。

電磁石のかわりに棒磁石を使ってもモーターは回転するか確かめてみよう。

最初児童は「(回転子が)磁石に引き付けられて全然回らない。」と言っていたが、やがてI夫、A夫、T夫が棒磁石を回転子の上で前後に往復させ、回転子を揺らすようにして回転させ始めた。K夫は棒磁石を回転子の脇で上下させ、モーターを回転させた。Y夫は回転子の下に棒磁石を置いてさっと抜く操作を繰り返して回転させた。これらを見た他の児童も磁石をうまく操作しながらモーターを回転させ始めた。このように児童は、磁石があるだけでは回転せず、磁石があつたりなかったりすることでモーターが回転することを見つけた。

モーターを回転させる方法を発表させた後、「磁石を使うと磁石を揺らしたりさっと抜いたりしなければ回転しませんね。けれど電磁石だとそんなことをしなくても回転します。いったいモーターのどこに秘密があるのでしょうか。」と問うた。しかし、棒磁石の操作とモーターの仕組みを対比して考えさせることがばやけた発問であったため、意見が出なかった。そこで次のように問い直した。

このモーターのどこに磁石を揺らすのと同じ動きをしているところがあるのでしょうか。

この発問には多くの児童が挙手した。K子は「回転するところ(回転軸)の半分しかエナメルをはがしていないことが秘密だと思います。モーターが回転すると電気が流れたり止まったりして、ネジが磁石になったりならなかったりするの、磁石を揺らすことと同じだと思います。」と発言した。

「棒磁石を使ってモーターを回転させよう」という課題により、児童は棒磁石を回転子に近付けただけではモーターは回転せず、揺らすなどの操作が必要であることを知った。これにより児童はモーターが回

転し続けることを問題として持ち、回転軸のエナメルのはがし方に目を向けていった。

(5) 電流による電熱線の発熱の仕方を調べる（4次 1・2・3/3）

児童は第2次で電源装置を使って電磁石に電流をたくさん流して磁力を強くする時に、コイルの部分がとても熱くなり、素手では持てなくなることを体験している。この気付きを手がかりとして、電流による発熱作用に目を向けさせるため、次のように問うた。



図4 電熱線で活動する児童

電磁石に電流をたくさん流した時に、電磁石の力が強くなったことの他に気が付いたことはありませんか。電磁石に何か起こりませんでしたか。

「あ！ 分かった。」の声があちこちで上がり、「電磁石がすごく熱くなりました。」とすぐに発言した。

電磁石に電流を流した時、手で持てないほど熱くなったことが強い印象として残っていたものと思われる。

身の回りにある電流を流すと熱くなる物を問うた後、電流による発熱を利用している物として電熱器を提示し、そこに使われている発熱体が電熱線（ニクロム線）であることを知らせた。

電熱線を提示することで、児童は電流による電熱線の発熱の仕方を次の3つの方法で調べた。①氷を電熱線に当てた時の溶け方 ②発泡スチロールの溶け方 ③ピーカーの水の温度上昇

児童はまず1個の乾電池で実験を開始したが、あまり熱くならないことに気付いた。そこでK夫のグループが、乾電池を直列に6個つないで氷を溶かすことを試みた。これをきっかけとして他のグループも乾電池をたくさんつなぎ始めた。やがて乾電池ではあきたらず、電源装置を使うグループが現れた。児童は電源装置を使い、電流が増えると氷や発泡スチロールがより早く溶けることや電熱線が赤熱することを確かめた。そして発泡スチロールを思った形に切り取ることに熱中する児童が多くなってきた。

このように、児童が電流による発熱学習を自分達の手で進めることができたのは、電磁石学習のはじめから問題意識を連続発展させる指導を行ったことで、電流の働きについての見方考え方や学習方法を発熱学習に生かすことができたからである。

V まとめと今後の課題

1. 本研究で明らかになったこと

本実践で児童は、モーター製作でもった問題を次のように連続発展させながら学習に取り組んだ。

児童はエナメル線を巻いたネジの位置によりモーターの回転数が変化するという気付きから、「ネジから出る力は何か」という問題を持った。問題解決の過程でネジの磁力がモーターを回転させていることを見だし、ネジの磁化を、ネジに電流が伝わって磁石になるという「ネジ電流説」で説明しようとした。しかし、ネジ電流説が崩されると、児童は「どうしてネジが磁石になるのか」と問題を発展させた。そして、コイルの磁力がネジに伝わり、ネジの磁力と回転子の磁力が反応し合ってモーターは回転するという考えで安定した。そこで教師は棒磁石を用い、棒磁石の磁力があるだけではモーターは回

転しないという事実を示した。これにより児童は「モーターが回転し続けるのはなぜか」を問題とし、モーターの仕組みを探った。その結果、回転軸のエナメルが半分しか削られていないことに目を向け、ネジが磁石になったりならなかったりすることでモーターは回転していると意味付けた。

このように児童が問題を連続発展できたのは、次の手だてが有効に働いたからである。

① モーターを製作し操作させることで持った気付きから問題を把握させたこと

具体的活動を通して持った問題は、誰もが体験していることであり、学級全体の学習課題となりやすい。また問題解決にあたっては、製作したモーターが常に手もとにあり、操作した事実をもとに考えたり説明したりすることができる。

表1 電流の学習で面白かったこと

Q 「電流の働き」の学習で面白かったことはなんですか。（31名中 複数回答）	
・モーターを作って回転させたこと	(24)
・電熱線を熱くして発泡スチロールを切ったりしたこと	(19)
・わからないことがわかったこと	(5)

② 事実と事実の関係を生み出しているものを問うたこと

生じている事実と事実の因果関係を直接問われても、児童は何を考えればよいのか分からない。事実関係を生み出すものを具体的に問われることで、児童はようやく考えるべきことを焦点付け、問題を把握することができる。

③ 新たな見方や考え方を持たなければならない状態に児童を追い込む働きかけをしたこと

児童がある見方や考え方で安定すると、それ以上なかなか追求が進まなくなる。このような時には、これまでの見方や考え方で解決できず、新たな見方や考え方を持たなければならない状態に児童を追い込む働きかけにより、児童は新たな問題解決の糸口をつかみ、追求を進めていく。

2. 今後の課題

本実践では、主に児童の発言やノート記録、活動の様子などから児童の学習状況を評価した。しかし、自分の持つ考えや気付きをうまく表現できなかつたりグループ実験にとけ込めなかつたりする児童もいた。このような児童の学習状況をどう評価するか、という点で問題が残った。児童の問題意識を連続発展させるには、児童の考えや気付きを把握しなければならない。今後は児童の持った考えや気付きを表現させる有効な手だてを探っていきたい。

最後に、この研究を進めるにあたり、授業実践にご協力いただいた加茂市立加茂小学校 名塚敏校長先生、担任の内山英紀先生ならびに諸先生方、実態調査にご協力いただいた加茂市立加茂南小学校 藤井久夫校長先生はじめ6年担任の先生方に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 奥井智久編：「新学習指導要領の指導事例集 小学校理科 物質とエネルギー」（明治図書、1990）
- 2) 武村重和編：「新理科授業づくりの指導事例 9 6年・物の質的変化の学習」（明治図書、1991）
- 3) 栗田一良：「理科学習における自由試行の意義と問題点」理科の教育1月号、p.9～p.13.（東洋館出版、1983）
- 4) 竹内行一：「新教科書に取り上げられている電磁石を使った道具の検討」（新潟県立教育センター、初等理科選択研修報告1991）